

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-251464

(43)Date of publication of application : 03.10.1995

(51)Int.Cl. B29D 11/00
G02B 3/00
G02B 5/04

(21)Application number : 06-044040

(71)Applicant : TAKAMOTO KIICHI
SADA TOSHIO

(22)Date of filing : 15.03.1994

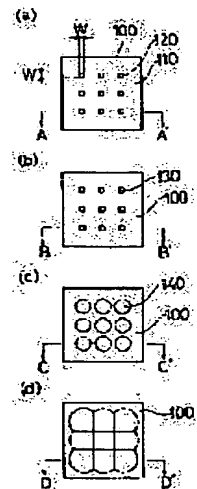
(72)Inventor : TAKAMOTO KIICHI
SADA TOSHIO

(54) MINUTE OPTICAL PART AND PRODUCTION THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To efficiently and inexpensively produce a minute optical part of high accuracy by applying the removal processing due to the irradiation with ions to the surface of a substrate having a hole preliminarily bored therein and using the surface shape of the substrate thus obtained as a master and transferring the master to produce the minute optical part.

CONSTITUTION: When a minute optical part is produced, at first, a large number of hole patterns 120 are provided to the resist film 110 of a substrate 100 having a flat surface side by side and a large number of holes 130 are bored in the parts of the hole patterns 120 by etching. Next, the resist film 110 is removed and the substrate 100 is irradiated with an ion to apply removal processing to the substrate 100. By this method, the respective holes 130 are formed into spherical recessed parts 140 and the spherical surfaces from the respective adjacent hole 130 are collated to form a shape composed only of spherical surfaces on the surface of the substrate. Continuously, the substrate 100 having the spherical shape formed on the surface thereof is utilized as a master and the shape of the master is transferred to plastic to complete the minute optical part.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.07.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The microoptics components which perform removal processing by ion irradiation to the substrate front face in which the hole or the slot was established beforehand, make a pattern the configuration on said front face of a substrate obtained as a result, and are characterized by imprinting and producing this pattern.

[Claim 2] The manufacture approach of the microoptics components characterized by forming a hole or a slot on the surface of a substrate, producing the pattern which has the shape of desired surface type by carrying out ion irradiation of this substrate front face, and carrying out removal processing, and producing microoptics components by imprinting this pattern.

[Claim 3] They are the microoptics components characterized by being what discovers a concave lens operation or a prism operation using the spherical surface formed by being the substrate in which the microoptics component was formed on the front face, and that microoptics component's forming a hole or a slot in the front face of said substrate, and carrying out ion irradiation of this front face, a cylinder side, an ellipsoid, etc.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to a minute optic [as / whose two-dimensional field which acts as a lens or prism is for example, less than 1mmphi], and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the plate micro lens is known as this kind of microoptics components. A plate micro lens is produced on a glass substrate front face by the ion-exchange method (Journal of Applied Physics 20 L286-298 (1981) M.Oikawa). First, a metal membrane is put on a glass substrate, and a pattern is formed so that only a lens production part may carry out opening to this

metal membrane. Next, this glass substrate is held in an elevated temperature, and the ion in a glass substrate is exchanged for the ion in fused salt. Consequently, into a glass substrate, the field where a glass substrate differs from a refractive index is formed, and refractive-index distribution which discovers a lens operation can be performed. Thus, although the plate micro lens was produced, for that a lens raw material is glass, using the ion-exchange method for the making process, etc., cost cost dearly and there were problems, like productivity is low. Moreover, when a micro-lens array was produced, the field which does not carry out a lens operation in a micro-lens array formation field remained, and there was also a problem that the utilization effectiveness of light fell depending on the object for application of this micro-lens array.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The technical problem of this invention is producing the configuration used as the pattern of microoptics components production on front faces, such as a glass metallurgy group substrate, and imprinting a configuration on plastics, glass, etc. from this pattern, and it is to offer a low cost microoptics component and its manufacture approach for high productivity while it enables various configurations and production of the microoptics components of the engine performance.

[0004]

[Means for Solving the Problem] About the microoptics components itself, this microoptics component performs removal processing by ion irradiation to the substrate front face in which the hole or the slot was established beforehand, and one means to attain the above-mentioned technical problem makes a pattern the configuration on said front face of a substrate obtained as a result, and is characterized by imprinting and producing this pattern. Moreover, about that manufacture approach, by this manufacture approach, other one means of this invention forms a hole or a slot on the surface of a substrate, produces the pattern which has the shape of desired surface type by carrying out ion irradiation of this substrate front face, and carrying out removal processing, and produces microoptics components by imprinting this pattern. Moreover, about the substrate with which, as for the means of further others of this invention, the microoptics component was formed in the front face, that microoptics component forms a hole or a slot in the front face of said substrate, and discovers a concave lens operation or a prism operation using the spherical surface formed by carrying out ion irradiation of this front face, a cylinder side, an ellipsoid, etc.

[0005]

[Function] If ion irradiation of the glass substrate which has irregularity in a front face is carried out and it carries out removal processing, in order that working speed may change depending on whenever [incident angle / of the ion on the front face of a substrate], the configuration which consisted of a flat surface, the spherical surface, an ellipsoid, a cylinder side, etc. appears in a substrate front face. This invention uses the knowledge that the concavo-convex configuration which functions as an optical element can be formed in a substrate front face by removal processing by ion irradiation, and creates the configuration which serves as a pattern on a substrate front face by the manufacture approach concerning this invention using the above-mentioned phenomenon. An optical function will be obtained by the imprint object if this pattern is imprinted. Being able to manufacture microoptics components cheaply according to this approach, the engine performance of the obtained microoptics components is excellent. Moreover, by other one technique, microoptics components are created with the substrate itself. In this case, the concavo-convex configuration which functions as an optical element is formed in a substrate front face of ion irradiation, and that concavo-convex configuration itself functions as an optical element.

[0006]

[Example]

(Example 1) How to produce the pattern for a microlens array imprint which formed two or more crevices which consist of the spherical surface as an example 1 is explained. The making process of this pattern is shown in drawing 1 (a) - (d). In drawing 1 (a), it is the hole pattern which the front face formed

in the resist film the substrate whose 100 is a flat surface, and 110, and formed 120 in the resist film. In the case of this example, the quartz-glass substrate is used for the substrate 100. As a substrate 100, a glass plate, a metal plate, a ceramic plate, etc. can be used. Moreover, the hole pattern 120 is arranged at the same spacing as X and the direction of Y. The value of w will be made into about [of the aperture of a microlens / 1/5 or less] if the dimension of the hole pattern 120 is made into wxw. Although it is easiest to make the hole pattern 120 into a rectangle, it is good as for a round shape etc. Formation of the hole pattern 120 is performed using photolithography, electron-beam lithography, etc. which are a well-known technique in LSI manufacture etc. the chemical etching using the etching reagent which uses HF as a principal component next, or CF₄ etc. -- the hole 130 of depth d is formed in the hole pattern 120 formation section of a substrate 100 by plasma etching using the gas used as a principal component. Then, the resist film 110 is removed. The condition of the substrate 100 at that time is shown in drawing 1 (b). In chemical etching or plasma etching, since etching of a substrate advances almost isotropic, the configuration of a hole 130 is a thing near the spherical surface. Next, ion irradiation is carried out to a substrate 100, and removal processing is carried out for a substrate 100. The configuration of the spherical surface is formed in the part of a hole 130 as removal processing advances. In addition, a hole 130 does not need to be close to the spherical surface, and even if it is the square hole, the spherical surface grows by ion irradiation. The situation is shown in drawing 1 (c). 140 is a spherical-surface-like crevice. If ion irradiation is furthermore continued, as shown in drawing 1 (d), the spherical surface from the adjacent hole 130 will collide, and a configuration which consists of only the spherical surfaces will be formed in the front face of a substrate 100. As shown in drawing 1 (c) or (d), the quartz-glass substrate which has the crevice which consists of the spherical surface is used as a pattern for a microlens array imprint.

[0007] It is $R=R_0+kt$ when the amount of clearances of the depth direction according the radius of curvature of R and the first stage to R_0 and ion irradiation in the radius of curvature of the spherical surface formed in a substrate 100 is set to t here. (1)

***** is materialized. k is a constant decided with the matter and is $k=7$ in quartz glass. Since chemical etching or plasma etching is used for formation of the hole 130 to a substrate 100, the relation of $R_0=d$ is materialized mostly. Therefore, the radius of curvature R of the concave surface formed with the amount t of clearances is controllable.

[0008] Below, as an example, a configuration is imprinted from a pattern to plastics and the pattern producing method for it is explained about the case where one side produces a flat surface and other fields produce the microlens array of a convex or a concave surface. The refractive index of plastics is set to 1.5. When it is the pattern for microlens arrays whose focal distance the aperture of each microlens is about 100 micrometers, and is about 1mm, wxw forms in a quartz-glass substrate first the hole whose d is about 3 micrometers by abbreviation 3micrometerx3micrometer. Next, by Ar gas pressure;1Pa and power;800W, ion irradiation is carried out to a glass substrate with RF sputtering system, and removal processing is carried out. Consequently, by the floor to floor time of about 35 hours, radius of curvature serves as the spherical surface which is about 500 micrometers, and each hole uses this as a pattern.

[0009] When it is the pattern for microlens arrays whose focal distance the aperture of each microlens is about 10 micrometers, and is about 25 micrometers, wxw forms in a quartz-glass substrate first the hole whose d is about 1 micrometer by abbreviation 1micrometerx1micrometer. Next, removal processing is carried out with RF sputtering system by Ar gas pressure;1Pa and power;800W. Consequently, each hole serves as the spherical surface whose radius of curvature is about 12.5 micrometers by the floor to floor time for about 50 minutes. In addition, arrangement of two or more microlenses is decided by the hole site first formed in a quartz-glass substrate, and the method of various arrangement is possible for it.

[0010] (Example 2) How to produce the pattern for a microlens array imprint which formed two or more crevices which consist of a cylinder side and the spherical surface as an example 2 is explained. The

making process of this pattern is shown in drawing 2 (a) – (d). In drawing 2 (a), it is the rectangle pattern which the front face formed in the resist film the substrate whose 200 is a flat surface, and 210, and formed 220 in the resist film. In the case of this example, the quartz-glass substrate is used for the substrate 200. Moreover, the rectangle pattern 220 is arranged at equal intervals in X and the direction of Y, respectively. The value of w will be made into about [of the aperture of the width of face of a cylinder lens / 1/5 or less] if the dimension of the rectangle pattern 220 is made into wxh. Formation of the rectangle pattern 220 is performed using phot lithography, electron-beam lithography, etc. which are a well-known technique in LSI manufacture etc. the chemical etching using the etching reagent which uses HF as a principal component next, or CF₄ etc. -- the slot 230 of depth d is formed in the rectangle pattern 220 formation section of a substrate 200 by plasma etching using the gas used as a principal component. Then, the resist film 210 is removed. The condition of the substrate 200 at that time is shown in drawing 2 (b). Next, ion irradiation is carried out to a substrate 200, and removal processing is carried out for a substrate 200. The cylinder side is formed in the part except the ends of a slot 230, and the configuration of the spherical surface is formed in the part of ends as removal processing advances. The situation is shown in drawing 2 (c). 240 is a crevice which consists of a cylinder side and the spherical surface. If ion irradiation is furthermore continued, as shown in drawing 2 (d), the adjacent cylinder side or the adjacent spherical surface from a slot 230 will collide, and a configuration which consists of only a cylinder side and the spherical surface will be formed in the front face of a substrate 200. It uses as a pattern for a microlens array imprint which constitutes a quartz-glass substrate as shown in drawing 2 (c) or (d) from a microlens which consists of a cylinder side and the spherical surface. In addition, the radius of curvature of a cylinder side and the spherical surface becomes almost the same.

[0011] Below, a configuration is imprinted to plastics from the pattern which carried out in this way and was produced as an example, and the pattern producing method for it is explained about the case where one side produces a flat surface and other fields produce the microlens array of a convex or a concave surface. The refractive index of plastics is set to 1.5. By about 100 micrometers, the width of face of each minute cylinder lens forms in a quartz-glass substrate first the slot whose d wxh is about 3 micrometers in abbreviation 3micrometerx200micrometer, when die length is the pattern for microlens arrays whose focal distance is about 1mm in about 300 micrometers. Next, removal processing is carried out with RF sputtering system by Ar gas pressure;1Pa and power;800W. Consequently, by the floor to floor time of about 35 hours, radius of curvature serves as the cylinder side and the spherical surface which are about 500 micrometers, and each slot uses this as a pattern.

[0012] By about 10 micrometers, the width of face of each minute cylinder lens forms in a quartz-glass substrate first the slot whose d wxh is about 1 micrometer in abbreviation 1micrometerx90micrometer, when die length is the pattern for microlens arrays whose focal distance is about 25 micrometers in about 100 micrometers. Next, removal processing is carried out with RF sputtering system by Ar gas pressure;1Pa and power;800W. Consequently, each slot serves as the cylinder side and the spherical surface whose radius of curvature is about 12.5 micrometers by the floor to floor time for about 50 minutes.

[0013] (Example 3) How to produce the pattern for a microlens array imprint which formed two or more crevices which consist of an ellipsoid as an example 3 is explained. The making process of this pattern is shown in drawing 3 (a) – (d). In drawing 3 (a), it is the pattern for ellipsoid formation which the front face formed in the resist film the substrate whose 300 is a flat surface, and 310, and formed 320 in the resist film. In the case of this example, the quartz-glass substrate is used for the substrate 300. The detail of a pattern 320 is shown in drawing 4. A pattern 320 is the dimension of each part, as it is the form where three rectangles were piled up and shown in drawing 4 w1, w2, w3, h1, h2, and h3 It expresses and is w3 < h3. It carries out. A pattern 320 is w3. It designs so that it may become about [of the minor axis of an ellipse / 1/2 or less]. Formation of a pattern 320 is performed using phot lithography, electron-beam lithography, etc. which are a well-known technique in LSI manufacture etc. the chemical etching using

the etching reagent which uses HF as a principal component next, or CF₄ etc. — the slot 330 of depth d is formed in the pattern 320 formation section of a substrate 300 by plasma etching using the gas used as a principal component. Then, the resist film 310 is removed. The condition of the substrate 300 at that time is shown in drawing 3 (b). Next, ion irradiation is carried out to a substrate 300, and removal processing is carried out for a substrate 300. The configuration which consists of an ellipsoid is formed in the place of a slot 330 as removal processing advances. The situation is shown in drawing 3 (c). 340 is a crevice which consists of an ellipsoid. If ion irradiation is furthermore continued, as shown in drawing 3 (d), it will become the configuration which the ellipsoid from the adjacent slot 330 collided with. It uses as a pattern for a microlens array imprint which constitutes a quartz-glass substrate as shown in drawing 3 (c) or (d) from a microlens which consists of an ellipsoid.

[0014] Below, a configuration is imprinted to plastics from the pattern which carried out in this way and was produced as an example, and the pattern producing method for it is explained about the case where one side produces a flat surface and other fields produce the microlens array of a convex or a concave surface. The refractive index of plastics is set to 1.5. By about 60 micrometers, a long focal distance by about 100 micrometers About 180 micrometers, [the major axis of each minute ellipse lens] [a minor axis] When it is the pattern for microlens arrays whose short ***** is about 120 micrometers, first, w — the w 2 = 6 micrometer w 3 = 10 micrometer h 3 = 70 micrometers 1 = 2-micrometer pattern 320 is formed in the resist film, and it forms by the approach which mentioned above a slot where depth d becomes 10 micrometers in this condition at a substrate 300. [h 1 = 10 micrometer] [h 2 = 40 micrometer] After removing the resist film, removal processing of the front face of the quartz-glass substrate is carried out with RF sputtering system by Ar gas pressure;1Pa and power;800W. Consequently, the configuration to which a major axis and the radius of curvature of a minor axis use each slot for a pattern by becoming an ellipsoid (about 90 micrometers and about 60 micrometers), respectively by the floor to floor time of about 3 hours is acquired.

[0015] (Example 4) How to produce the pattern for a minute prism array imprint in which two or more configurations of minute prism were formed, as an example 4 is explained. The making process of this pattern is shown in drawing 5 (a) – (b). In drawing 5 (a), it is a pattern for producing the minute prism configuration which the front face formed in the resist film the substrate whose 500 is a flat surface, and 510, and formed 520 in the resist film. In the case of this example, the quartz-glass substrate is used for the substrate 500. The pattern 520 is constituted from three kinds of straight-line patterns by which directions differ, and it is carrying out pattern formation so that the field which three kinds of straight-line patterns surround may become an equilateral triangle. Formation of a pattern 520 is performed using photolithography, electron-beam lithography, etc. which are a well-known technique in LSI manufacture etc. the chemical etching using the etching reagent which uses HF as a principal component next, or CF₄ etc. — the slot of depth d is formed in the pattern 520 formation section of a substrate 500 by plasma etching using the gas used as a principal component. Then, the resist film 510 is removed. Next, ion irradiation is carried out to a substrate 500, and removal processing is carried out for a substrate 500. The configuration which consists of a cylinder side is formed in the place of said slot as removal processing advances. If ion irradiation is furthermore continued, as shown in drawing 5 (b), the cylinder side from three adjacent slots will collide, and the triangular pyramid-like minute prism configuration where the side face consisted of a part of cylinder sides will be formed in the front face of a substrate 500. 540 is the minute prism configuration of the shape of one triangular pyramid. A quartz-glass substrate as shown in drawing 5 (b) is used as a pattern for a minute prism array imprint which consists of minute triangular pyramid-like prism.

[0016] Below, a configuration is imprinted to plastics from the pattern which carried out in this way and was produced as an example, and the method of producing the pattern for it is explained about the case where a minute prism array is produced to plastics. First, as drawing 5 (a) explained, the straight-line pattern 520 with a width of face of 2 micrometers is formed in the resist film 510 so that die length of one side of an equilateral triangle may be set to 10 micrometers. It forms by the approach which

mentioned above the straight-line-like slot whose depth d is 2 micrometers in this condition at the substrate 500. After removing the resist film, removal processing of the front face of the quartz-glass substrate is carried out with RF sputtering system by Ar gas pressure; 1Pa and power; 800W. Consequently, the configuration of the minute prism of the shape of a triangular pyramid as shown in drawing 6 by the floor to floor time for about 18 minutes at the place where three cylinder sides which each slot serves as a cylinder side whose radius of curvature is about 5 micrometers, and approach collide is acquired. This is used as a pattern.

[0017] Although the straight-line pattern is arranged in this example so that these **** field may become an equilateral triangle, it is possible with a well-known technique to form a straight-line pattern so that it may become the polygon of other triangles, a square, a pentagon, a hexagon, etc., and the minute prism configuration of the shape of a multiple drill other than the triangular pyramid explained by this example can be produced.

[0018] (Example 5) By the manufacture approach of the microoptics components by examples 1-4, microoptics components are manufactured by imprinting a prototypal configuration to plastics etc. By the way, imprinting a configuration from such a pattern to plastics etc. is already carried out by manufacture of the record for music, manufacture of an optical magnetic storage disk, etc., and it is a well-known technique. In addition, it can also imprint on glass. As one means for this, the pattern for an imprint is created with a metal plate. And the metal pattern is heated and a glass plate is pressed. If it does in this way, a prototypal configuration can be imprinted on a glass front face. The pattern for a configuration imprint is created in the above examples 1-4. It can replace with this method and the glass substrate which performs removal processing by ion processing can also be used as microoptics components as it is. In this case, the configuration formed by ion processing functions as an optical element. Moreover, although how to produce specific dimension and configuration as an example was shown, the microoptics components which have various configurations, a dimension, and the engine performance are producible by changing the configuration of the hole beforehand formed in the substrate front face which carries out removal processing by ion irradiation, or a slot, a dimension, a location, etc.

[0019] Moreover, in the examples 1-4, in order to carry out removal processing by ion irradiation, RF sputtering system is used, but if ion is ion processing equipment which carries out incidence almost at right angles to a substrate front face, it can use similarly. Moreover, although the pattern is produced on the quartz-glass substrate front face, ceramic substrates, such as metal substrates, such as other glass substrates or aluminum, iron, and copper, an alumina, and a zirconia, etc. can be similarly used as a substrate for it. Moreover, in case a pattern is imprinted, the optical glass other than optical plastics can also be used.

[0020]

[Effect of the Invention] Since the configuration used as a pattern is produced using the property of removal processing by ion irradiation according to this invention when manufacturing microoptics components as explained above The spherical surface, an ellipsoid, a cylinder side, etc. can be formed in high degree of accuracy. Moreover, a dimension a microoptics component 1mm or less easily And various dimensions and the engine performance can be given and produced, further, since microoptics components are formed in plastics etc. by imprinting from a pattern, productivity is high and the microoptics components manufacture of it is attained by low cost. Moreover, also when using the substrate itself as an optic, the configuration precision of the front face is high, and the optical element of high quality is obtained.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The making process of the pattern for a microlens array imprint which consists of a spherical lens.

[Drawing 2] The making process of the pattern for a microlens array imprint which consists of a cylinder side lens.

[Drawing 3] The making process of the pattern for a microlens array imprint which consists of an ellipsoid lens.

[Drawing 4] The pattern for forming an ellipsoid.

[Drawing 5] The making process of the pattern for a minute prism array imprint.

[Drawing 6] It is minute triangular pyramid-like prism.

[Description of Notations]

100,200,300,500 Substrate

110, 210, 310, 510 ... Resist film

120 ... Hole pattern

130 ... Hole

140 ... Spherical-surface-like crevice

220 ... Rectangle pattern

230 330 ... Slot

240 ... Crevice which consists of a cylinder side and the spherical surface

320 ... Pattern for ellipsoid formation

340 ... Crevice which consists of an ellipsoid

520 ... Pattern for minute prism configuration production

The minute prism configuration of the shape of 540...1 triangular pyramid

[Translation done.]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-251464

(43) 公開日 平成7年(1995)10月3日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 D 11/00		2126-4F		
G 0 2 B 3/00	A			
5/04	E			

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-44040

(22) 出願日 平成6年(1994)3月15日

(71) 出願人 594045159

高本 喜一

埼玉県所沢市小手指町2丁目4番地の8

(71) 出願人 594045160

佐田 登志夫

愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1

豊田工業大学内

(72) 発明者 高本 喜一

埼玉県所沢市小手指町2丁目4番地の8

(72) 発明者 佐田 登志夫

愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1

豊田工業大学内

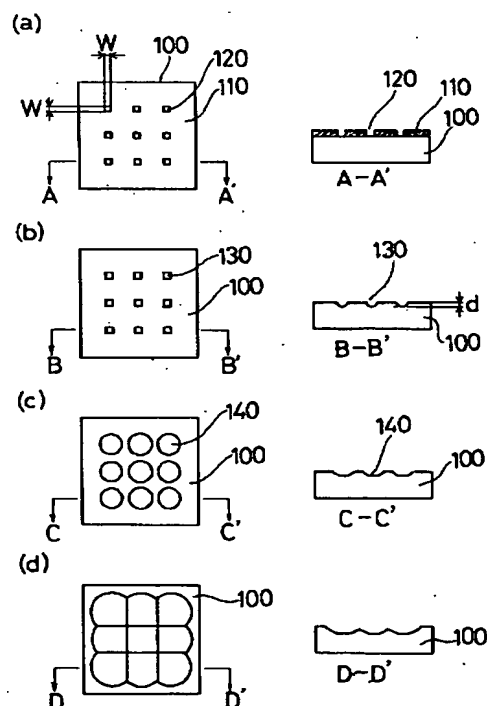
(74) 代理人 弁理士 岡田 英彦 (外3名)

(54) 【発明の名称】 微小光学部品およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 微小で高精度の光学部品を高い生産性で製造する。

【構成】 製造したい形状のもとになる微小な凹凸をエッチング技法で基板に設ける。次に基板表面にイオン照射して除去加工する。すると微小な凹凸を中心として球面、円筒面、楕円面、あるいはこれらを組合せた錐面などが形成される。これを原型としてプラスチック材料に転写すると、微小で高精度の光学部品が安価に効率よく製造される。基板自体を光学部品とすることもできる。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 予め穴または溝を設けた基板表面にイオン照射による除去加工を施し、その結果得られる前記基板表面の形状を原型とし、この原型を転写して作製したことを特徴とする微小光学部品。

【請求項2】 基板の表面に穴または溝を形成し、この基板表面をイオン照射して除去加工することによって所望の表面形状を有する原型を作製し、この原型を転写することによって微小光学部品を作製することを特徴とする微小光学部品の製造方法。

【請求項3】 微小光学素子を表面に形成した基板であって、その微小光学素子は前記基板の表面に穴または溝を形成し、この表面をイオン照射することによって形成される球面、円筒面、楕円面などを用いて凹レンズ作用あるいはプリズム作用を発現するものであることを特徴とする微小光学部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レンズあるいはプリズムとして作用する二次元的な領域が例えば1mmφ以内であるような微小な光学部品およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の微小光学部品として平板マイクロレンズが知られている。平板マイクロレンズはイオン交換法によりガラス基板表面に作製する(Journal of Applied Physics 20 L286-298 (1981) M. Oikawa)。まず、ガラス基板上に金属膜を被着し、この金属膜にレンズ作製部分だけが開口するようにパターンを形成する。つぎに、このガラス基板を高温中に保持し、ガラス基板中のイオンを熔融塩中のイオンと交換する。この結果、ガラス基板中にはガラス基板と屈折率が異なる領域が形成され、レンズ作用を発現する屈折率分布ができる。このようにして平板マイクロレンズを作製しているが、レンズ素材がガラスであること、作製工程にイオン交換法を用いていることなどのため、コストが高くつき、生産性が低いなどの問題があった。また、マイクロレンズ・アレーを作製した場合、マイクロレンズ・アレー形成領域においてレンズ作用をしない領域が残り、このマイクロレンズ・アレーの応用対象によっては光の利用効率が低下するという問題もあった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、微小光学部品作製の原型となる形状をガラスや金属基板などの表面に作製し、この原型からプラスチックやガラスなどに形状を転写することで、種々の形状や性能の微小光学部品の作製を可能とするとともに、高生産性で低コストな微小光学部品ならびにその製造方法を提供することにある。

【0004】

2

【課題を解決するための手段】上記課題を達成する一つの手段は微小光学部品自体に関するものであり、この微小光学部品は、予め穴または溝を設けた基板表面にイオン照射による除去加工を施し、その結果得られる前記基板表面の形状を原型とし、この原型を転写して作製したことを特徴とする。またこの発明の他の一つの手段はその製造方法に関するものであり、この製造方法では、基板の表面に穴または溝を形成し、この基板表面をイオン照射して除去加工することによって所望の表面形状を有する原型を作製し、この原型を転写することによって微小光学部品を作製する。またこの発明のさらに他の手段は、表面に微小光学素子が形成された基板に関するものであり、その微小光学素子は前記基板の表面に穴または溝を形成し、この表面をイオン照射することによって形成される球面、円筒面、楕円面などを用いて凹レンズ作用あるいはプリズム作用を発現するものである。

【0005】

【作用】表面に凹凸のあるガラス基板などをイオン照射して除去加工すると、基板表面へのイオンの入射角度に依存して加工速度が変化するために、基板表面には平面、球面、楕円面、円筒面などで構成された形状が出現する。本発明はイオン照射による除去加工で基板表面に光学素子として機能する凹凸形状を形成できるという知見を利用しており、本発明に係わる製造方法では上記現象を利用して基板表面に原型となる形状を作成する。この原型を転写すると、転写物に光学機能が得られる。この方法によると安価に微小光学部品が製造でき、得られた微小光学部品の性能はすぐれている。また他の一つの手法では、基板自体で微小光学部品を作成する。この場合はイオン照射によって基板表面に光学素子として機能する凹凸形状が形成され、そしてその凹凸形状自体が光学素子として機能する。

【0006】

【実施例】

（実施例1）実施例1として、球面からなる凹部を複数個形成した微小レンズ・アレー転写用原型を作製する方法を説明する。この原型の作製工程を第1図(a)～

(d)に示す。第1図(a)において、100は表面が平面である基板、110はレジスト膜、120はレジスト膜に形成したホールパターンである。本実施例の場合、基板100には石英ガラス基板を用いている。基板100としてはガラス板、金属板、セラミック板等を用いることができる。また、ホールパターン120をX、Y方向に同じ間隔で配置している。ホールパターン120の寸法を $w \times w$ とすると、 w の値は微小レンズの口径の $1/5$ 程度以下とする。ホールパターン120を方形にするのが最も容易であるが、円形等にしてもよい。ホールパターン120の形成は、LSI製造などにおいて周知の技術であるホトリソグラフィ、電子線リソグラフィなどを用いて行う。つぎに、HFを主成分とする

(3)

3

エッチング液を用いた化学エッチング、あるいは CF_4 等を主成分とするガスを用いたプラズマエッチングにより、基板100のホールパターン120形成部に深さdの穴130を形成する。その後、レジスト膜110を除去する。そのときの基板100の状態を第1図(b)に示す。化学エッチングやプラズマエッチングでは基板のエッチングがほぼ等方的に進行するため、穴130の形状は球面に近いものになっている。つぎに、基板100にイオン照射して、基板100を除去加工をする。除去加工が進行するにつれて、穴130の部分に球面の形状が形成されていく。なお穴130が球面に近いものである必要はなく、角張った穴であってもイオン照射によって球面が成長してゆく。その様子を第1図(c)に示す。140は球面状の凹部である。さらにイオン照射を続けると、第1図(d)に示すように、隣り合った穴130からの球面がぶつかり、基板100の表面には、球面だけで構成されるような形状が形成される。第1図(c)または(d)に示したように、球面からなる凹部を有する石英ガラス基板を、微小レンズ・アレー転写用原型として利用する。

【0007】ここで、基板100に形成される球面の曲率半径をR、初期の曲率半径を R_0 、イオン照射による深さ方向の除去量をtとすると、

$$R = R_0 + k t \quad (1)$$

の関係が成立する。kは物質により決まる定数であり、石英ガラスでは $k = 7$ である。基板100への穴130の形成に化学エッチングあるいはプラズマエッチングを用いているので、 $R_0 = d$ の関係がほぼ成立する。したがって、除去量tによって、形成する凹面の曲率半径Rを制御することができる。

【0008】つぎに、具体例として、原型よりプラスチックに形状を転写し、片面が平面、他の面が凸面あるいは凹面の微小レンズ・アレーを作製する場合について、そのための原型作製法を説明する。プラスチックの屈折率を1.5とする。各微小レンズの口径が約 $100 \mu m$ 、焦点距離が約1mmである微小レンズ・アレー用原型の場合、まず、 $w \times w$ が約 $3 \mu m \times 3 \mu m$ でdが約 $3 \mu m$ の穴を石英ガラス基板に形成する。つぎに、Arガス圧; 1Pa、パワー; 800WでRFスパッタ装置によりガラス基板にイオン照射して除去加工する。その結果、約35時間の加工時間により、各穴は曲率半径が約 $500 \mu m$ の球面となり、これを原型として用いる。

【0009】各微小レンズの口径が約 $10 \mu m$ 、焦点距離が約 $25 \mu m$ である微小レンズ・アレー用原型の場合、まず、 $w \times w$ が約 $1 \mu m \times 1 \mu m$ でdが約 $1 \mu m$ の穴を石英ガラス基板に形成する。つぎに、Arガス圧; 1Pa、パワー; 800WでRFスパッタ装置により除去加工する。その結果、約50分の加工時間により、各穴は曲率半径が約 $12.5 \mu m$ の球面となる。なお、複数の微小レンズの配置は、最初に石英ガラス基板に形成

4

する穴の位置によって決まり、種々の配置の仕方が可能である。

【0010】(実施例2) 実施例2として、円筒面と球面からなる凹部を複数個形成した微小レンズ・アレー転写用原型を作製する方法を説明する。この原型の作製工程を第2図(a)～(d)に示す。第2図(a)において、200は表面が平面である基板、210はレジスト膜、220はレジスト膜に形成した長方形パターンである。本実施例の場合、基板200には石英ガラス基板を用いている。また、長方形パターン220をX、Y方向にそれぞれ等間隔で配置している。長方形パターン220の寸法を $w \times h$ とすると、wの値は円筒レンズの幅の口径の $1/5$ 程度以下とする。長方形パターン220の形成は、LSI製造などにおいて周知の技術であるホトリソグラフィ、電子線リソグラフィなどを用いて行う。つぎに、HFを主成分とするエッチング液を用いた化学エッチング、あるいは CF_4 等を主成分とするガスを用いたプラズマエッチングにより、基板200の長方形パターン220形成部に深さdの溝230を形成する。その後、レジスト膜210を除去する。そのときの基板200の状態を第2図(b)に示す。つぎに、基板200にイオン照射して、基板200を除去加工をする。除去加工が進行するにつれて、溝230の両端を除く部分に円筒面が、両端の部分に球面の形状が形成されていく。その様子を第2図(c)に示す。240は円筒面と球面からなる凹部である。さらにイオン照射を続けると、第2図(d)に示すように、隣り合った溝230からの円筒面あるいは球面がぶつかり、基板200の表面には、円筒面と球面だけで構成されるような形状が形成される。第2図(c)または(d)に示したような石英ガラス基板を、円筒面と球面からなる微小レンズで構成する微小レンズ・アレー転写用原型として利用する。なお、円筒面と球面の曲率半径はほぼ同じになる。

【0011】つぎに、具体例として、このようにして作製した原型よりプラスチックに形状を転写し、片面が平面、他の面が凸面あるいは凹面の微小レンズ・アレーを作製する場合について、そのための原型作製法を説明する。プラスチックの屈折率を1.5とする。各微小円筒レンズの幅が約 $100 \mu m$ で長さが約 $300 \mu m$ で、焦点距離が約1mmである微小レンズ・アレー用原型の場合、まず、 $w \times h$ が約 $3 \mu m \times 200 \mu m$ でdが約 $3 \mu m$ の溝を石英ガラス基板に形成する。つぎに、Arガス圧; 1Pa、パワー; 800WでRFスパッタ装置により除去加工する。その結果、約35時間の加工時間により、各溝は曲率半径が約 $500 \mu m$ の円筒面と球面となり、これを原型として用いる。

【0012】各微小円筒レンズの幅が約 $10 \mu m$ で長さが約 $100 \mu m$ で、焦点距離が約 $25 \mu m$ である微小レンズ・アレー用原型の場合、まず、 $w \times h$ が約 $1 \mu m \times 90 \mu m$ でdが約 $1 \mu m$ の溝を石英ガラス基板に形成す

(4)

5

る。つぎに、Arガス圧；1Pa、パワー；800WでRFスパッタ装置により除去加工する。その結果、約50分の加工時間により、各溝は曲率半径が約12.5μmの円筒面と球面となる。

【0013】（実施例3）実施例3として、楕円面からなる凹部を複数個形成した微小レンズ・アレー転写用原型を作製する方法を説明する。この原型の作製工程を第3図（a）～（d）に示す。第3図（a）において、300は表面が平面である基板、310はレジスト膜、320はレジスト膜に形成した楕円面形成用パターンである。本実施例の場合、基板300には石英ガラス基板を用いている。パターン320の詳細を第4図に示す。パターン320は三つの長方形を重ね合わせた形であり、各部の寸法を第4図に示すように、 w_1 、 w_2 、 w_3 、 h_1 、 h_2 、 h_3 で表し、 $w_3 < h_3$ する。パターン320は、 w_3 が楕円の短径の1/2程度以下となるように設計する。パターン320の形成は、LSI製造などにおいて周知の技術であるホトリソグラフィ、電子線リソグラフィなどを用いて行う。つぎに、HFを主成分とするエッチング液を用いた化学エッチング、あるいはCF₄等を主成分とするガスをを用いたプラズマエッチングにより、基板300のパターン320形成部に深さdの溝330を形成する。その後、レジスト膜310を除去する。そのときの基板300の状態を第3図（b）に示す。つぎに、基板300にイオン照射して、基板300を除去加工をする。除去加工が進行するにつれて、溝330のところに楕円面からなる形状が形成されていく。その様子を第3図（c）に示す。340は楕円面からなる凹部である。さらにイオン照射を続けると、第3図（d）に示すように、隣り合った溝330からの楕円面がぶつかったような形状になる。第3図（c）または（d）に示したような石英ガラス基板を、楕円面からなる微小レンズで構成する微小レンズ・アレー転写用原型として利用する。

【0014】つぎに、具体例として、このようにして作製した原型よりプラスチックに形状を転写し、片面が平面、他の面が凸面あるいは凹面の微小レンズ・アレーを作製する場合について、そのための原型作製法を説明する。プラスチックの屈折率を1.5とする。各微小楕円レンズの長径が約100μmで短径が約60μmで、長焦点距離が約180μm、短長焦点距離が約120μmである微小レンズ・アレー用原型の場合、まず、 $w_1 = 2\mu\text{m}$ 、 $w_2 = 6\mu\text{m}$ 、 $w_3 = 10\mu\text{m}$ 、 $h_1 = 10\mu\text{m}$ 、 $h_2 = 40\mu\text{m}$ 、 $h_3 = 70\mu\text{m}$ のパターン320をレジスト膜に形成し、この状態で基板300に深さdが10μmとなるような溝を前述した方法で形成する。レジスト膜を除去した後に、その石英ガラス基板の表面をArガス圧；1Pa、パワー；800WでRFスパッタ装置により除去加工する。その結果、約3時間の加工時間により、各溝は長径、短径の曲率半径がそれぞれ約

6

90μmと約60μmの楕円面となり、原型に用いる形状が得られる。

【0015】（実施例4）実施例4として、微小プリズムの形状を複数個形成した微小プリズム・アレー転写用原型を作製する方法を説明する。この原型の作製工程を第5図（a）～（b）に示す。第5図（a）において、500は表面が平面である基板、510はレジスト膜、520はレジスト膜に形成した微小プリズム形状を作製するためのパターンである。本実施例の場合、基板500には石英ガラス基板を用いている。パターン520は方向が異なる3種類の直線パターンで構成しており、3種類の直線パターンが囲む領域が正三角形になるようにパターン形成している。パターン520の形成は、LSI製造などにおいて周知の技術であるホトリソグラフィ、電子線リソグラフィなどを用いて行う。つぎに、HFを主成分とするエッチング液を用いた化学エッチング、あるいはCF₄等を主成分とするガスをを用いたプラズマエッチングにより、基板500のパターン520形成部に深さdの溝を形成する。その後、レジスト膜510を除去する。つぎに、基板500にイオン照射して、基板500を除去加工をする。除去加工が進行するにつれて、前記溝のところに円筒面からなる形状が形成されていく。さらにイオン照射を続けると、第5図（b）に示すように、隣り合った3つの溝からの円筒面がぶつかり、基板500の表面には、側面が円筒面の一部で構成された三角錐状の微小プリズム形状が形成される。540は一つの三角錐状の微小プリズム形状である。第5図（b）に示したような石英ガラス基板を、三角錐状の微小プリズムからなる微小プリズム・アレー転写用原型として利用する。

【0016】つぎに、具体例として、このようにして作製した原型よりプラスチックに形状を転写し、プラスチックに微小プリズム・アレーを作製する場合について、そのための原型の作製法を説明する。まず、第5図

（a）で説明したように、正三角形の一辺の長さが10μmになるように幅2μmの直線パターン520をレジスト膜510に形成する。この状態で基板500に深さdが2μmの直線状の溝を前述した方法で形成する。レジスト膜を除去した後に、その石英ガラス基板の表面をArガス圧；1Pa、パワー；800WでRFスパッタ装置により除去加工する。その結果、約18分の加工時間により、各溝は曲率半径が約5μmの円筒面となり、近接する3つの円筒面がぶつかるところに、第6図に示すような三角錐状の微小プリズムの形状が得られる。これを原型として用いる。

【0017】本実施例では、直線パターンをそれら囲む領域が正三角形になるよう配置しているが、その他の三角形や四角形、五角形、六角形などの多角形となるように直線パターンを形成することは周知の技術で可能であり、本実施例で説明した三角錐以外の多角錐状の微小プ

(5)

7

リズム形状を作製できる。

【0018】（実施例5）実施例1～4による微小光学部品の製造方法では、原型の形状をプラスチックなどに転写することで微小光学部品を製造する。ところで、このような原型からプラスチックなどに形状を転写することは、例えば、音楽用のレコードの製造、光磁気記憶ディスクの製造などで既に実施されており、周知の技術である。なおガラスに転写することもできる。このための一つの手段としては転写用原型を金属板で作成する。そして金属製原型を加熱しておいてガラス板を押圧する。このようにするとガラス表面に原型の形状を転写できる。以上の実施例1～4では形状転写用の原型を作成している。この方式に代えて、イオン加工で除去加工を施すガラス基板をそのまま微小光学部品として利用することもできる。この場合イオン加工で形成された形状が光学素子として機能する。また、具体例として特定の寸法・形状を作製する方法を示したが、イオン照射で除去加工する基板表面に予め形成する穴や溝の形状、寸法、位置などを変えることによって、各種形状、寸法、性能を有する微小光学部品が作製できる。

【0019】また、実施例1～4ではイオン照射で除去加工するためにRFスパッタ装置を用いているが、イオンが基板表面にほぼ垂直に入射するイオン加工装置であれば、同様に用いることができる。また、石英ガラス基板表面に原型を作製しているが、このための基板として、その他のガラス基板、あるいはアルミニウム、鉄、銅などの金属基板、アルミナ、ジルコニアなどのセラミック基板、なども同様に用いることができる。また原型を転写する際に、光学プラスチックの他に光学ガラスを用いることもできる。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、微小光学部品を製造する上で原型となる形状をイオン照射

8

による除去加工の特性を利用して作製しているので、球面、楕円面、円筒面などを高精度に形成でき、しかも、寸法が1mm以下の微小光学部品を容易に、しかも種々の寸法、性能をもたせて作製することができ、さらに、原型から転写することによってプラスチックなどに微小光学部品を形成するので、生産性が高く、低コストで微小光学部品製造が可能となる。また基板自体を光学部品として利用する場合にも、その表面の形状精度が高く、高品質の光学素子が得られる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】球面レンズからなる微小レンズ・アレー転写用原型の作製工程。

【図2】円筒面レンズからなる微小レンズ・アレー転写用原型の作製工程。

【図3】楕円面レンズからなる微小レンズ・アレー転写用原型の作製工程。

【図4】楕円面を形成するためのパターン。

【図5】微小プリズム・アレー転写用原型の作製工程。

【図6】三角錐状の微小プリズムである。

20 【符号の説明】

100、200、300、500・・・基板

110、210、310、510・・・レジスト膜

120・・・ホールパターン

130・・・穴

140・・・球面状の凹部

220・・・長方形パターン

230、330・・・溝

240・・・円筒面と球面からなる凹部

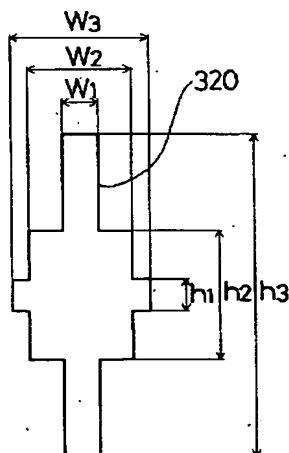
320・・・楕円面形成用パターン

30 340・・・楕円面からなる凹部

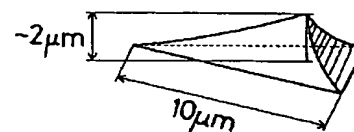
520・・・微小プリズム形状作製用パターン

540・・・一つの三角錐状の微小プリズム形状

【図4】

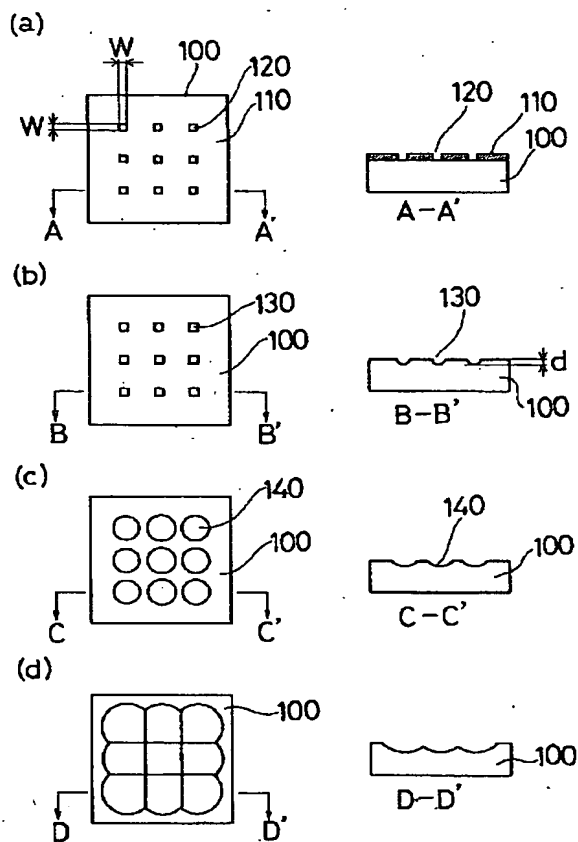


【図6】

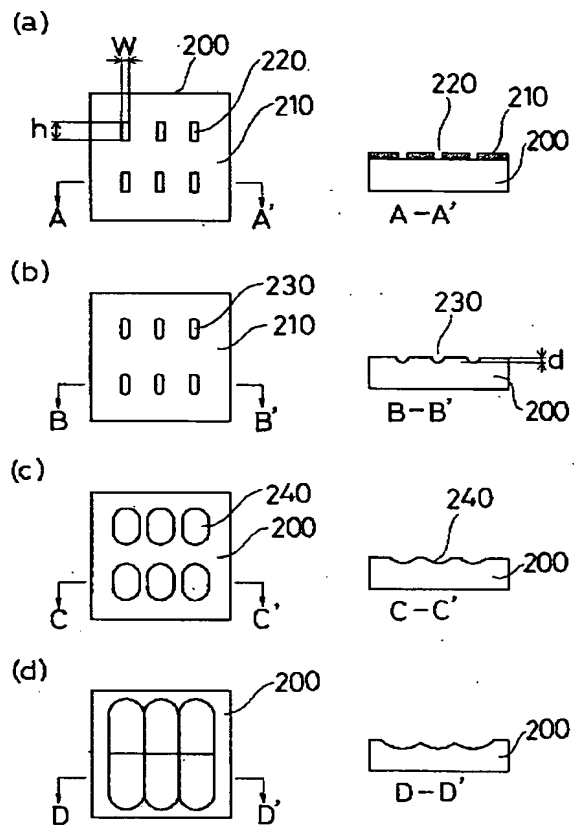


(6)

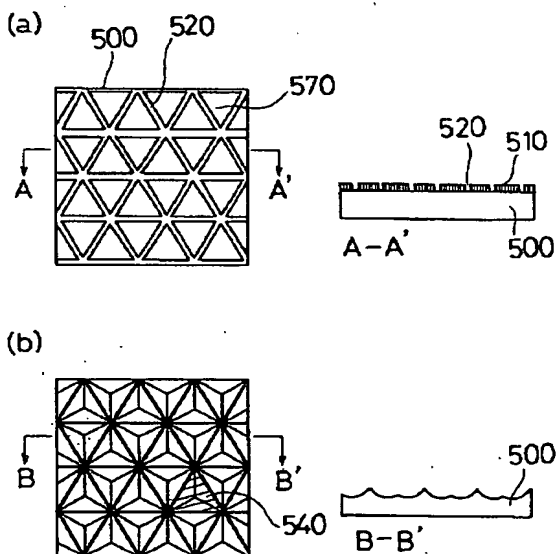
【図1】



【図2】



【図5】



BEST AVAILABLE COPY

(7)

【図3】

